

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-270426

(43)Date of publication of application : 09.10.1998

(51)Int.Cl.

H01L 21/3065
C23C 14/34
C23F 4/00
H01L 21/203
H01L 21/205
H05H 1/46

(21)Application number : 09-075736

(71)Applicant : MITSUBISHI ELECTRIC CORP

(22)Date of filing : 27.03.1997

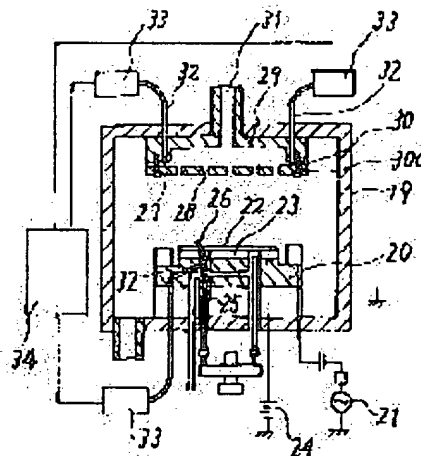
(72)Inventor : ECCHU MASAO
TOYODA MASATO

(54) PLASMA TREATING APPARATUS

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To enhance the detection sensitivity of an abnormal discharge to early find a very little abnormal discharge by providing means for detecting a light emission due to the abnormal discharge in a treating chamber and spectral monitoring means for dividing the detected light and measuring the light intensity per wavelength.

SOLUTION: An optical fiber 32 is disposed near a lift pin 26 and bolt hole 30a at one end and outside a treating chamber 19 at the other end to detect a light emission due to the abnormal discharge near the pin 26 and hole 30a where the abnormal discharge is apt to occur. A spectral monitoring means 33 divides the detected light to measure the light intensity at desired wavelength, thereby detecting the light emission spectrum of Al at the abnormal discharge.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-270426

(43) 公開日 平成10年(1998)10月9日

(51) Int.Cl.⁸

識別記号

F I

H 0 1 L 21/3065

H 0 1 L 21/302

E

C 2 3 C 14/34

C 2 3 C 14/34

U

C 2 3 F 4/00

C 2 3 F 4/00

A

H 0 1 L 21/203

H 0 1 L 21/203

S

21/205

21/205

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 6 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号

特願平9-75736

(22) 出願日

平成9年(1997)3月27日

(71) 出願人 000006013

三菱電機株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号

(72) 発明者 越中 昌夫

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三

菱電機株式会社内

(72) 発明者 登田 正人

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三

菱電機株式会社内

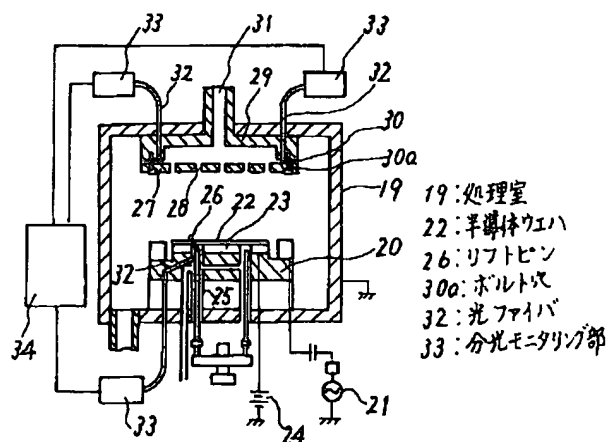
(74) 代理人 弁理士 宮田 金雄 (外2名)

(54) 【発明の名称】 プラズマ処理装置

(57) 【要約】

【課題】 処理室内にプラズマを発生させて半導体ウエハを処理するプラズマ処理装置において、微小な異常放電の検出が困難であるため、パーティクルの増加により半導体装置の不良を招く。

【解決手段】 処理室19内の異常放電が発生しやすい部材の近傍における発光を、光ファイバ32により検出し、分光モニタリング部33により、検出した光を分光して上記部材に含まれる元素の発光スペクトルの波長成分のみの光強度を計測することにより、異常放電を検出する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 処理室内にプラズマを発生させて被処理基板を処理するプラズマ処理装置において、上記処理室内の異常放電による発光を検出する光取り出し手段と、この光取り出し手段により検出した光を、分光して所望の波長の光強度を計測する分光モニタリング手段とを備えたことを特徴とするプラズマ処理装置。

【請求項2】 分光モニタリング手段により計測する所望の波長の光が、処理室内の装置構成部材に含まれる元素の発光スペクトルの波長成分であることを特徴とする請求項1記載のプラズマ処理装置。

【請求項3】 処理室内の異常放電による発光の検出対象部材が予め設定され、光取り出し手段が、上記検出対象部材の近傍における発光を検出するものであり、分光モニタリング手段が、分光して上記検出対象部材に含まれる元素の発光スペクトルの波長成分のみの光強度を計測するものであることを特徴とする請求項2記載のプラズマ処理装置。

【請求項4】 処理室内の異常放電による発光の検出対象部材が異なる位置で複数個設定され、この複数個の検出対象部材のそれぞれについて、光取り出し手段と分光モニタリング手段とを備えたことを特徴とする請求項3記載のプラズマ処理装置。

【請求項5】 光取り出し手段に光ファイバを用いたことを特徴とする請求項1～4のいずれかに記載のプラズマ処理装置。

【請求項6】 プラズマによる被処理基板の処理が、ドライエッチングであることを特徴とする請求項1～5のいずれかに記載のプラズマ処理装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 この発明は、半導体装置の製造に用いられるプラズマ処理装置に関し、特に、異常放電を検出する機能を備えたプラズマ処理装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 半導体装置の製造工程におけるドライエッチング等のプラズマ処理に用いるプラズマ処理装置において、処理室内の部品の取り付け不具合や、部品自体の劣化、あるいは高周波電力印加におけるインピーダンスマッチングの調整不良等により、処理中に異常放電が発生することがある。処理室内に異常放電が発生すると、被処理基板である半導体ウエハや、処理室内の部材が損傷したり、またその損傷により発塵してパーティクルの増加を招く恐れがある。このため、異常放電の発生を速やかに検出して、部品の交換や修理等、異常放電の原因を取り除く処置をする必要がある。

【0003】 図3は、例えば特開平6-232089号公報記載の従来のプラズマ処理装置を示すもので、異常放電検出モニタを備えたプラズマエッチング処理装置の

断面構造を模式的に示した図である。図において、1はプラズマエッチング処理装置（以下、エッチング装置と称す）の処理室、2は処理室1内にプラズマを発生させるための下部電極を構成するサセプタ、3は処理室1外部に設けられ、サセプタ2に高周波電力を供給する高周波電源、4は高周波電源3からの高周波電力を伝達するための電力供給線、5は被処理基板である半導体ウエハ（以下、ウエハと称す）、6はサセプタ2の上面に設けられ、ウエハ5を吸引保持する静電チャック、7は処理室1外部に設けられ、静電チャック6に直流電圧を印加する高圧電流電源、8は静電チャック6の作動用電流の電流レベルを計測する電流モニタ、9は高周波電源3の電力供給線4に接続され、プラズマのVdcレベルをモニタするVdcモニタ、10は電流モニタ7とVdcモニタ8との両方の信号をもとに異常放電の有無を検出する信号処理系である。11は処理室1内の上部に設けられ、プラズマを発生させるための中空構造の上部電極、12は上部電極11におけるウエハ5との対抗面に多数設けられたガスの吐出口、13は上部電極11上部に設けられたガス導入口である。

【0004】 以上の様な従来のプラズマエッチング処理装置による動作を、以下に説明する。ウエハ5を静電チャック6上に載置し、高圧電流電源7からの直流電圧の印加によって静電チャック6を作動させて、ウエハ5を吸引保持する。その後、処理室1内に処理ガスを上部電極11のガス導入口13から吐出口12を経て供給する。次に、高周波電源3から高周波電力をサセプタ2（下部電極）に印加すると、処理室1内にプラズマが生成される。ウエハ5は生成されたプラズマによって暴露されて、エッチングされる。エッチング処理中に異常放電が発生することがあるが、プラズマの一部に異常放電箇所が生じると、プラズマのVdc値が変動したり、静電チャック6の部分で異常放電が発生すると、静電チャック6の作動用電流値が正常値から変動したりする。これらの変動を、電流モニタ7とVdcモニタ8とで検出して、異常放電の有無を検出する。

【0005】 次に、異常放電を検出する機能を備えた従来の別例によるプラズマ処理装置を、以下に示す。図4は、例えば実開平6-38237号公報記載の従来のプラズマエッチング処理装置の断面構造を模式的に示した図である。図において、5は図3と同様にウエハ、14はエッチング装置の処理室、15a、15bは処理室1内にプラズマを発生させるための上部電極および下部電極、16は下部電極15bに高周波電力を供給する高周波電源、17はプラズマの発生によって放出されるスペクトルを検出するスペクトル検出部で、可視領域の全波長のスペクトルを検出するものである。18はスペクトル検出部17における検出量によって下部電極15bへの電圧の印加を制御する制御部である。このエッチング装置では、エッチング処理中に放出される可視領域のス

ペクトルは全て検出され、検出されたスペクトル強度が正常値から変動したときに、異常放電が発生したと検知する。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】従来のプラズマ処理装置は、以上のように構成されており、図3で示した装置の異常放電検出手段においては、プラズマのVdc値や静電チャック6の作動用電流値の正常値からの変動を検出する必要がある。しかしこれらの値は、エッチングプロセスの進行とともに変わっていくウエハ5表面の状態の影響を受けて変動するものであり、しかも微小な異常放電に対しては、通常の電気ノイズとの区別をつけるのが難しいという問題があった。また、図4で示した装置の異常放電検出手段においては、正常なプラズマの発光に重畳した僅かなスペクトル強度の変動を検出する必要がある。この場合も、エッチングプロセスの進行とともにプラズマの発光スペクトル強度が変動するため、微小な異常放電の検出は困難なものであった。

【0007】プラズマ処理装置における処理中の微小な異常放電は、主に、処理室1、14内の部品の取り付け不具合や、部品自体の劣化によって発生し、プロセスへの直接の影響は無視できる程度であるが、その部品が微小な異常放電により少しずつ損傷を受けて発塵するものである。この様な微小な異常放電の検出が、上述したように困難なものであるため、処理室1、14内にパーティクルの増加を招き、半導体装置（ウエハ5）の製造における歩留まりの低下を引き起こすものであった。

【0008】この発明は、上記のような問題点を解消するために成されたものであって、異常放電を検出する機能を備えたプラズマ処理装置において、異常放電の検出感度を向上させて微小な異常放電の早期発見を可能にし、処理室内のパーティクルの増加による半導体装置の不良の発生を防止することを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】この発明の請求項1に係わるプラズマ処理装置は、処理室内の異常放電による発光を検出する光取り出し手段と、この光取り出し手段により検出した光を、分光して所望の波長の光強度を計測する分光モニタリング手段とを備えたものである。

【0010】この発明の請求項2に係わるプラズマ処理装置は、分光モニタリング手段により計測する所望の波長の光が、処理室内の装置構成部材に含まれる元素の発光スペクトルの波長成分である。

【0011】この発明の請求項3に係わるプラズマ処理装置は、処理室内の異常放電による発光の検出対象部材が予め設定され、光取り出し手段が、上記検出対象部材の近傍における発光を検出するものであり、分光モニタリング手段が、分光して上記検出対象部材に含まれる元素の発光スペクトルの波長成分のみの光強度を計測するものである。

【0012】この発明の請求項4に係わるプラズマ処理装置は、処理室内の異常放電による発光の検出対象部材が異なる位置で複数個設定され、この複数個の検出対象部材のそれぞれについて、光取り出し手段と分光モニタリング手段とを備えたものである。

【0013】この発明の請求項5に係わるプラズマ処理装置は、光取り出し手段に光ファイバを用いたものである。

【0014】この発明の請求項6に係わるプラズマ処理装置は、プラズマによる被処理基板の処理が、ドライエッチングである。

【0015】

【発明の実施の形態】

実施の形態1. 以下、この発明の実施の形態1を図について説明する。図1は、この発明の実施の形態1によるプラズマ処理装置を示すもので、異常放電を検出する機能を備えたプラズマエッチング処理装置（以下、エッチング装置と称す）の断面構造を模式的に示した図である。図において、19はアルミ等で構成された、プラズマエッチング処理装置（以下、エッチング装置と称す）の処理室、20は処理室19内にプラズマを発生させるための下部電極を構成し、アルミ等から成るサセプタ、21は処理室19外部に設けられ、サセプタ20に高周波電力を供給する高周波電源、22は被処理基板である半導体ウエハ（以下、ウエハと称す）、23はサセプタ20の上面に設けられ、ウエハ22を吸引保持する静電チャック、24は処理室19外部に設けられ、静電チャック22に直流電圧を印加する高圧電流電源、25は処理室19の底部から静電チャック22に渡って、垂直方向に貫通する貫通口、26はアルミ等から成り、貫通口25内に挿入されたウエハ22搬送用の、発光の検出対象部材としてのリフトピンである。

【0016】27は処理室19内の上部に設けられたプラズマを発生させるための、アルミ等から成る上部電極、28は上部電極27に多数設けられたガスの吐出口、29は上部電極27が固定された上部固定電極、30は上部電極27を上部固定電極29に固定するための固定ボルト、30aは固定ボルト30を取り付けるために上部電極27に設けられた発光の検出対象部材としてのボルト穴、31は上部固定電極29に設けられたガス導入口である。32はリフトピン26近傍およびボルト穴30a近傍における異常放電による発光を検出するための光取り出し部となる光ファイバ、33は光ファイバ32に接続され、光ファイバ32で検出した光を分光して、所望の波長の光強度を計測する分光モニタリング部、34は分光モニタリング部33で得られた信号を処理する信号処理部である。図に示すように、光ファイバ32は、その一方の先端をリフトピン26近傍、ボルト穴30a近傍に、他方の先端を処理室19外部に位置するようにそれぞれ配設され、リフトピン26近傍および

ボルト穴30a近傍における異常放電による発光をそれぞれ検出する。

【0017】ところで、エッチング装置のクリーニング時には、固定ボルト30を外して上部電極27を上部固定電極29から取り外し、上部電極27の裏側にも回り込んだ付着物を除去し、その後再度上部電極27を固定ボルト30で上部固定電極29に固定する。この固定ボルト30の取り付けの際、固定ボルト30の締め付けが弱かったり、異物を挟んでいたりと、エッチング処理時にボルト穴30a周辺で異常放電が発生し易い。また、リフトピン26は処理室19の底部から静電チャック22に渡って、垂直方向に貫通する貫通口25内に挿入され、すなわち、サセプタ20（下部電極）を貫通して配設され、取り付けの不具合や部材の表面劣化等により、エッチング処理時にその周辺で異常放電が発生し易い。この様に、ボルト穴30a周辺およびリフトピン26周辺は異常放電が発生し易い箇所である。一般に、ボルト穴30aおよびリフトピン26が挿入された貫通口25等のように、高周波電極（上部電極27、下部電極20）が一体となっていない箇所では、高周波が良好に伝わらずに異常放電が発生し易い。このような異常放電は、微小かつ局部的であり、処理室19内のエッチングに係わるプロセスプラズマへの影響は微々たるものであるため、プロセスへの直接の影響は無視できる程度であるが、その部品が微小な異常放電により少しずつ損傷を受けて発塵するものである。またこの時、部品に損傷を与える異常放電は、その部品構成部材に含まれる元素の発光スペクトルを発光する。

【0018】この実施の形態では上述したように、異常放電が発生し易い箇所であるボルト穴30a近傍およびリフトピン26近傍に光ファイバ32を設けて、リフトピン26近傍およびボルト穴30a近傍における異常放電による発光を検出し、検出した光を分光モニタリング部33により分光して、所望の波長の光強度を計測する。この場合、所望の波長の光とは、ボルト穴30aが設けられた上部電極27やリフトピン26に含まれる元素、例えばアルミの発光スペクトルの波長（例えば309.3nmあるいは396.2nm）の光である。

【0019】光ファイバ32によって検出した光を、分光モニタリング部33により、分光してアルミの発光スペクトルの波長成分のみの光強度を計測するが、この時得られる光強度の時間変化を図2に示す。図2に示すように、異常放電時のアルミの発光スペクトルのパルス35がバックグラウンド36の上に重畳して検知できる。このバックグラウンド36は連続スペクトル成分であり、異常放電であるアーク放電およびプロセスプラズマの再結合放射や制動放射等に起因するものである。すなわちバックグラウンドには、アルミの発光における連続スペクトルとプロセスプラズマの連続スペクトルとの内、アルミの発光スペクトル（線スペクトル）と同じ波

長成分のものが含まれるが、連続スペクトル強度は線スペクトル強度に比べて格段と小さいものであるため、バックグラウンド36の揺らぎは小さいものとなり、微小な異常放電をパルス的に検出できる。この様に、アルミの発光スペクトルの波長成分のみの光強度を計測するため、従来例における可視領域の全てのスペクトルを検出する場合の様に、プロセスプラズマの発光スペクトル（線スペクトル）の影響を受けることはなく、異常放電の検出感度が格段と向上して微小な異常放電の早期発見が可能となる。これにより、処理室内のパーティクルの増加による半導体装置（ウエハ22）の不良の発生が防止できる。

【0020】またこの実施の形態では、異常放電が発生し易い箇所に検出対象を絞り、光ファイバ32を用いて局部的に発光を検出しているため、その箇所でも異常放電が発生した場合、確実に異常放電による発光を検出できるとともに、プロセスプラズマの発光はそれ自体僅かしか検出しない。このため、分光モニタリング部33により、異常放電検出対象の構成部材に含まれる元素の発光スペクトルの波長成分を、図2に示したようにモニタリングすると、バックグラウンド36の一部となるプロセスプラズマの連続スペクトル成分は僅かである。これにより、バックグラウンド36の揺らぎを非常に小さくでき、微小な異常放電を検出できる。

【0021】またこの実施の形態では、光ファイバ32を、その一方の先端をリフトピン26近傍、ボルト穴30a近傍に、他方の先端を処理室19外部に位置するようにそれぞれ配設して、リフトピン26近傍およびボルト穴30a近傍における異常放電による発光をそれぞれ検出する。この様に、光取り出し部に光ファイバ32を用いたため、外部と遮断された処理室19内の限定された箇所の発光を、容易に処理室19外部に取り出すことができる。また、異常放電による発光の検出対象を複数個（この場合リフトピン26近傍とボルト穴30a近傍）設定して、それぞれに光ファイバ32と分光モニタリング部33とを設けたため、複数の検出対象のそれぞれの信号を比較処理することができ、異常放電の発生位置を推定できるとともに、異常放電の検出感度が一層向上する。

【0022】なお、上記実施の形態では、異常放電による発光の検出対象としてリフトピン26近傍とボルト穴30a近傍とを設定したが、検出箇所および個数はこれに限定されるものではなく、異常放電が発生し易い箇所であれば良い。

【0023】また、上記実施の形態では、異常放電検出対象の構成部材に含まれる元素としてアルミの例を示したが、元素種は、検出対象となる装置部材そのものによって決まり、他の元素においても同様の効果が得られる。

【0024】また、光取り出し部は光ファイバ32に限

定されるものではなく、設定された異常放電検出対象における発光を局部的に検出できるものであれば良い。

【0025】また、上記実施の形態は、エッチング装置の他、プラズマを用いたCVD装置、スパッタ装置等にも適用できるが、成膜装置の場合、異常放電検出対象の構成部材の表面も成膜物質で覆われることが多く、上記構成部材に含まれる元素の発光スペクトルの発生は、エッチング装置の場合に比べ若干低減するため、エッチング装置に適用する方が、より効果がある。

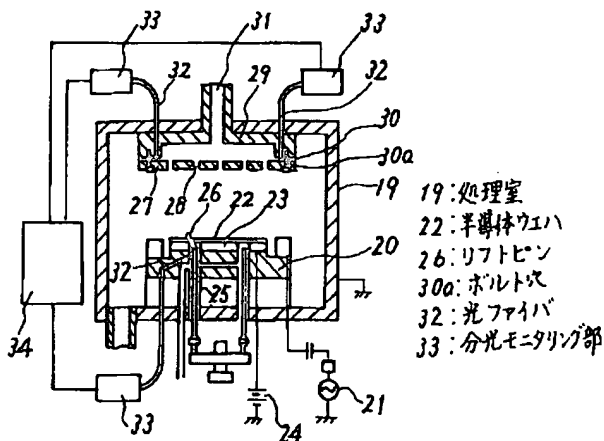
【0026】

【発明の効果】以上のようにこの発明によると、プラズマ処理装置に、処理室内の異常放電による発光を検出する光取り出し手段と、この光取り出し手段により検出した光を、分光して所望の波長の光強度を計測する分光モニタリング手段とを備えたため、異常放電の検出感度が格段と向上して微小な異常放電の早期発見が可能となる。

【0027】またこの発明によると、分光モニタリング手段により計測する所望の波長の光が、処理室内の装置構成部材に含まれる元素の発光スペクトルの波長成分であるため、異常放電の検出感度が一層向上して微小な異常放電の早期発見が可能となる。

【0028】またこの発明によると、処理室内の異常放電による発光の検出対象部材を予め設定するため、確実に異常放電による発光が検出できる。さらに、分光モニタリング手段により、上記検出対象部材に含まれる元素の発光スペクトルの波長成分のみの光強度を計測するため、異常放電の検出感度がさらに一層向上して微小な異常放電を確実に検出できる。

【図1】



【0029】またこの発明によると、処理室内の異常放電による発光の検出対象部材が異なる位置で複数個設定され、この複数個の検出対象部材のそれぞれについて、光取り出し手段と分光モニタリング手段とを備えたため、異常放電の発生位置を推定できるとともに、異常放電の検出感度が一層向上する。

【0030】またこの発明によると、光取り出し手段に光ファイバを用いたため、異常放電による発光の局所的な検出が容易に確実にできる。

10 【0031】またこの発明によると、プラズマによる被処理基板の処理が、ドライエッチングであるため、異常放電の検出感度が一層向上して微小な異常放電の早期発見が可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 この発明の実施の形態1によるプラズマ処理装置の断面構造を模式的に示した図である。

【図2】 この発明の実施の形態1によるプラズマ処理装置の分光モニタリング手段により得られる光強度の時間変化を示す図である。

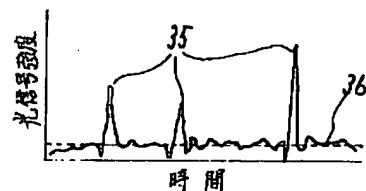
20 【図3】 従来のプラズマ処理装置の断面構造を模式的に示した図である。

【図4】 従来の別例によるプラズマ処理装置の断面構造を模式的に示した図である。

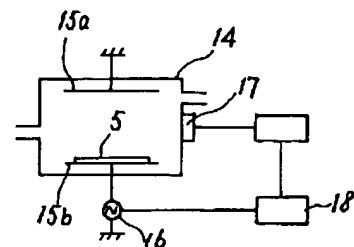
【符号の説明】

19 処理室、22 被処理基板としての半導体ウェハ、26 発光の検出対象部材としてのリフトピン、30a 発光の検出対象部材としてのホルト穴、32 光取り出し部としての光ファイバ、33 分光モニタリング部。

【図2】



【図4】



The diagram shows a cross-section of a furnace assembly. A central vertical tube (13) passes through a chamber (11) which is part of a larger structure (1). Inside the chamber, there is a sample (5) held by a support (6). A thermocouple (2) is positioned near the sample. The thermocouple is connected to a control circuit. The circuit includes a battery (7), a switch (8), a lamp (3), a relay (4), and a solenoid (9). The solenoid is connected to a motor (10). The entire system is designed to maintain a vacuum and heat the sample for analysis.

M